**Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna**
Quad. Studi Nat. Romagna, 52: 175-204 (dicembre 2020) ISSN 1123-6787

Maurizio Matteini Palmerini, Margherita Matteini Palmerini & Roberto Fabbri

# Osservazioni sulla copula di alcune specie di Cicindelidae

(Insecta: Coleoptera: Caraboidea: Cicindelidae)

**Abstract**

[*Observations on mating behaviors of some species of Cicindelidae (Coleoptera, Caraboidea)*]
The present paper reports observations, carried out mainly from laboratory, on mating behavior (pre- and copula) of eight species of Cicindelidae, belonging to three genera: *Calomera littoralis nemoralis* (Olivier, 1790), *Cicindela campestris* Linnaeus, 1758, *Cicindela hybrida transversalis* Dejean in Latreille & Dejean, 1822, *Cicindela majalis* Mandl, 1935, *Cicindela sylvicola* Dejean in Latreille & Dejean, 1822, *Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775), *Cylindera germanica* (Linnaeus, 1758), *Cylindera trisignata* (Dejean in Latreille & Dejean, 1822). All investigated taxa show the same first signal produced by female to highlight mating availability, pointing out the active role of the female in mating. Moreover, three different rejection female behaviors against males are described. The different behaviors patterns observed in the investigated taxa are compared.

Key words: Insecta, Coleoptera, Cicindelidae, mating behaviors, Emilia-Romagna Region, Italy.

**Riassunto**

Il presente lavoro riguarda l'etologia riproduttiva (incontro tra i due sessi e fasi di copula), con osservazioni condotte essenzialmente in laboratorio, di otto specie di Cicindelidae presenti in Emilia-Romagna ed appartenenti a tre diversi generi: *Calomera littoralis nemoralis* (Olivier, 1790), *Cicindela campestris* Linnaeus, 1758, *Cicindela hybrida transversalis* Dejean in Latreille & Dejean, 1822, *Cicindela majalis* Mandl, 1935, *Cicindela sylvicola* Dejean in Latreille & Dejean, 1822, *Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775), *Cylindera germanica* (Linnaeus, 1758), *Cylindera trisignata* (Dejean in Latreille & Dejean, 1822). Viene descritto il primo segnale visibile di disponibilità della femmina all'accoppiamento, comune a tutte le specie, che ne evidenzia il ruolo attivo nella copula. Vengono inoltre descritti anche tre diversi comportamenti femminili di rifiuto nella fase di pre-copula. I comportamenti e le attività di copula delle diverse specie vengono confrontati fra di loro.

## Introduzione

Il termine «mating behaviors» abbraccia l'insieme dei comportamenti che servono ad assicurare il buon successo del tentativo di riproduzione: la formazione della

coppia e l'eventuale attività di pre-copula, la copula vera e propria ed infine le azioni post-copula.

Per quanto riguarda la famiglia Cicindelidae MITCHELL (1903), MOORE & ROCHESTER (1906), SHELFORD (1908), GOLDSMITH (1916), FACKLER (1918), ZIKAN (1929), LESNE (1921), WILLS (1967), PALMER (1976), FLEFFLER (1979), FREITAG, OLYNYK & BARNES (1980), KRAUS & LEDERHOUSE (1983), FIELDING & KINISLEY (1995), RODRIGUEZ (1998), TIGREROS & KATTAN (2008) evidenziano che non sono mai state osservate azioni di corteggiamento da parte dei maschi di Cicindelidae nel momento di pre-copula e che sono sempre questi a prendere l'iniziativa della copula lottando con la femmina, a volte anche furiosamente. LENGERKEN (1929), riporta di aver osservato un maschio di *Cicindela maritima* toccare ripetutamente la femmina con i palpi mascellari sul bordo esterno delle elitre nell'area post-omerale interpretandolo come azione di corteggiamento. PALMER (1981) ha osservato il maschio stimolare una femmina con i tarsi delle zampe anteriori e lo ha ritenuto un segnale pre-copulatorio di corteggiamento mentre PEARSON (1988) riporta che nelle aree poco illuminate delle foreste tropicali i maschi sembrano usare dei segnali pre-copulatori prima dell'approccio: il maschio di *Odontocheila mexicana* agita i cuscinetti bianchi presenti sui tarsi pro-toracici a 3 o 5 cm dalla potenziale partner e il maschio di *Cicindela xanthophila*, sempre alla distanza di 3 o 5 cm dalla femmina, apre e chiude rapidamente le mandibole bianche. In entrambi i taxa, le corrispettive parti anatomiche nelle femmine sono colorate di scuro.

Le modalità comportamentali della copula vera e propria sono state osservate in numerose specie (tutte diffuse nell'area neartica, neotropicale, afrotropicale e indomalese) appartenenti a più generi da MITCHELL (1903), MOORE & ROCHESTER (1906), FACKLER H L. (1918), PRATT (1939), WILLS (1967), PALMER (1976), FREITAG, OLYNYK & BARNES (1980), PEARSON (1988), SERRANO (1994), FIELDING & KINISLEY (1995), RODRIGUEZ (1998), TIGREROS & KATTAN (2008) che evidenziano fasi di copula simili ma con tempi diversificati da specie a specie; ZIKAN (1929) e PRATT (1939), ad esempio, sottolineano che in *Ctenostoma unifasciatum* e in *Omus* (*Megomus*) *dejeani* la durata della copula raggiunge addirittura 16 ore consecutive. PEARSON (1988), TIGREROS & KATTAN (2008) ipotizzano che la lotta di pre-copula potrebbe essere il meccanismo della scelta del maschio, da parte della femmina.

Molti maschi al termine della copula rimangono ancora sul dorso delle femmine per un tempo, più o meno lungo; questo comportamento, comune in moltissime specie di Cicindelidae (PEARSON & VOGLER, 2001), è stato definito "mate o contact guarding" ed ha la funzione di aumentare la probabilità di paternità del maschio che ha montato (PEARSON, 1988). KRAUS & LEDERHOUSE (1983) e SHIVANSHANKAR &

Pearson (1994), che, in natura, hanno esaminato questa modalità post-copulatoria, ipotizzano che il comportamento si è evoluto come conseguenza della grande competizione fra maschi, riducendo anche la probabilità di fecondazione da parte di maschi rivali.

Non vi sono studi approfonditi sull'etologia riproduttiva (incontro tra i due sessi e le diverse fasi di copula) riferiti ai Cicindelidae dell'area paleartica ma solo alcune brevi osservazioni, di circa un secolo fa, sfiorano l'argomento [*Ci. sylvicola* Lesne (1921), *Ci. hybrida*, *Ci. maritima* Lengerken (1929)].
Sono stati così raccolti esemplari adulti (♂♂ e ♀♀) delle otto specie, appartenenti a tre differenti generi, presenti nella regione Emilia-Romagna: *Calomera littoralis nemoralis* (Olivier, 1790), *Cicindela campestris* Linnaeus, 1758, *Cicindela hybrida transversalis* Dejean in Latreille & Dejean, 1822, *Cicindela majalis* Mandl, 1935, *Cicindela sylvicola* Dejean in Latreille & Dejean, 1822, *Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775), *Cylindera germanica* (Linnaeus, 1758), *Cylindera trisignata* (Dejean in Latreille & Dejean, 1822). Le diverse fasi vengono osservate, annotate e filmate. Le modalità comportamentali osservate, nella maggior parte in laboratorio, vengono prima comparate fra queste specie e poi con quelle citate in letteratura che riguardano soprattutto le specie di altre aree zoogeografiche.

## Materiali e metodi

Gli esemplari adulti catturati sono stati inseriti singolarmente in fiale e trasportati in laboratorio dove sono stati collocati in terrari di plastica trasparente (Lu 14 x La 7,5 x H 7cm) preparati con circa tre centimetri di sabbia o terra, alcuni sassolini, qualche pezzetto di corteccia per fornire nascondigli adeguati ed una valva di conchiglia o un piccolo contenitore di plastica per l'acqua; sono stati alimentati con pezzetti di carne di manzo macinata rinnovata due volte al giorno. Il substrato sabbioso troppo umido, bagnato o intriso della poltiglia di carne derivata dalla digestione pre-orale degli esemplari (Evans, 1964), viene sostituito dopo i primi giorni con carta da cucina ruvida. Gli esemplari sono stati riposti singolarmente nei diversi terrari numerati e distinti per sesso. Sono state formate, per ogni specie, 30 coppie; i due esemplari di sesso diverso sono stati inseriti nel medesimo terrario, spostando un giorno gli esemplari di sesso maschile ed il giorno successivo quelli di sesso femminile; ogni volta la coppia è stata tenuta insieme per un'ora; per le coppie ancora in contatto (copula o contact-guarding) allo scadere dell'ora si è attesa la conclusione dell'azione. Nei giorni seguenti gli esemplari sono stati collocati nei terrari con altri/e partner secondo lo schema riportato in Tabella 1:

Tabella 1 - Modalità di costituzione delle coppie.

| 1° giorno | 2° giorno | 3° giorno | 4° giorno | 5° giorno |
|---|---|---|---|---|
| ♂1 ♀1 | ♂1 ♀5 | ♂1 ♀4 | ♂1 ♀3 | ♂1 ♀2 |
| ♂2 ♀2 | ♂2 ♀1 | ♂2 ♀5 | ♂2 ♀4 | ... |
| ♂3 ♀3 | ♂3 ♀2 | ♂3 ♀1 | ♂3 ♀5 | ... |
| ♂4 ♀4 | ♂4 ♀3 | ♂4 ♀2 | ♂4 ♀1 | ... |
| ♂5 ♀5 | ♂5 ♀4 | ♂5 ♀3 | ♂5 ♀2 | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Le interazioni ed i comportamenti tra maschi e femmine sono state osservati utilizzando uno stereomicroscopio Optika SMZ2; una gran parte di questi comportamenti sono stati filmati con telecamera digitale Aiptek HD 1080P, perpendicolarmente e lateralmente; i filmati sono stati poi analizzati usando un computer iMac con Quicktime Player software a velocità variabile. Le coppie sono state osservate ogni giorno dalle 10 am alle 2 pm e raramente fuori da questi orari. I tempi delle interazioni ed i comportamenti tra maschi e femmine sono stati misurati con cronometro digitale.
La fase etologica che include la permanenza del maschio sul dorso della femmina, più o meno avvinghiato, al termine della copula, denominiamo questa fase con il termine "contact-guarding"; mentre quando scende dal dorso della femmina ma le rimane vicino, lo indichiamo con quello di "mate-guarding". Contact-guarding è stato considerato tale per tempi maggiori ai 5s dalla completa fuoriuscita dell'edeago dall'apparato sessuale femminile.
Per confrontare le spinte durante la copula delle otto specie osservate, l'edeago viene suddiviso, ipoteticamente, in quattro parti a partire dall'apice alla base (0/100): 25 (¼), 50 (½), 75 (¾), 100 (1); quando queste misure non sembrano proprio esatte viene aggiunto il simbolo rappresentativo di "circa": "~".

**Le specie osservate**

Sono stati raccolti tra il 2015 e il 2016 numerosi esemplari adulti (♂♂ e ♀♀) di 8 specie di Cicindelidae, appartenenti a 3 diversi generi: *Calomera littoralis nemoralis*, *Cicindela campestris*, *Cicindela hybrida transversalis*, *Cicindela majalis*, *Cicindela sylvicola*, *Cylindera arenaria*, *Cylindera germanica*, *Cylindera trisignata*. Tutte le specie sono state rinvenute nella regione Emilia-Romagna; dati più precisi riguardo i luoghi di raccolta sono inseriti nel capitolo "Osservazioni condotte in ambiente naturale".

*Calomera littoralis nemoralis* è un'entità psammo-alobia delle spiagge marine sabbiose e degli arenili delle lagune e delle sponde delle saline. La specie tipica ha un areale molto vasto: dall'Europa e Nord Africa fino alle province cinesi Gansu e Tiajin. Nella penisola italiana e in Corsica è diffusa la ssp. *nemoralis*, che abita anche le coste mediterranee fino all'Asia centrale. In Emilia-Romagna è ancora presente lungo alcuni tratti del litorale, anche antropizzati. Appare dal mese di marzo ed è visibile fino al mese di ottobre.

*Cicindela campestris* ha diffusione paleartica ed è presente dalla pianura alla montagna. Predilige ambienti aperti e soleggiati come prati, pascoli, sentieri sabbiosi, greti, argini e golene fluviali, margine di terreni coltivati, radure dal livello del mare fino ai 2500 mt. In Emilia-Romagna è presente in tutte le province. Compare precocemente a febbraio e la si incontra fino ad ottobre.

*Cicindela hybrida transversalis* - *Ci. hybrida* è una specie politipica a vastissima distribuzione sibirico-europea. In Italia è presente con la ssp. *transversalis* diffusa dalla pianura fino all'alta montagna; si trova su tutto l'arco alpino fino alle regioni del centro; in Emilia-Romagna è spesso frammista a *Ci. majalis*. Vive nei terreni sabbiosi dei ruscelli in montagna e dei torrenti di collina e negli ambienti golenali dei fiumi in pianura fino alle foci. Appare da aprile a ottobre.

*Cicindela majalis* è endemica della penisola italiana dove è distribuita dalla riva destra del Po fino alla Calabria; l'Emilia-Romagna costituisce il limite settentrionale del suo areale di distribuzione. Specie strettamente legata ai depositi sabbiosi ripariali dei torrenti collinari e dei banchi sabbiosi dei fiumi in pianura; vive in ambienti aperti e soleggiati. Si incontra dal mese di aprile al mese di agosto.

*Cicindela sylvicola* è pecie montana e sub montana; è frequente, nel rispetto del suo nome, nei boschi e nei punti sabbiosi asciutti delle radure, lontani dall'acqua. È specie dell'Europa centro-orientale, dalla Francia fino alla Grecia; in Italia è presente al nord e in stazioni isolate si spinge fino all'Appennino centrale. Appare da aprile ad agosto.

*Cylindera arenaria* ha distribuzione sibirico-centroeuropea. È una specie prettamente fluviale e la si rinviene sulle rive sabbiose dei fiumi e torrenti, in ambienti aperti e soleggiati, ma vicini all'acqua. In Emilia-Romagna convive spesso nei fiumi con *Ci. hybrida transversalis* e *Ci. majalis*. Compare da maggio a settembre, più frequente da fine giugno a fine luglio.

*Cylindera germanica* si rinviene nell'Europa centro-meridionale e dal Caucaso fino all'Iran del Nord, all'Anatolia e alla Siria. Entità di bassa quota che vive lungo i corsi d'acqua sugli arenili umidi, lungo le sponde delle lanche, predilige gli ambienti con vegetazione bassa e sparsa; corre con agilità e vola raramente a bassa altezza dal suolo. Compare da maggio a luglio.

*Cylindera trisignata* è specie psammo-alobia degli arenili delle spiagge marine

sabbiose e delle piccole lagune dei retroduna, con distribuzione lungo le coste mediterranee e europee dell'Atlantico. In Emilia-Romagna in passato era presente lungo tutto il litorale. Rimangono alcune esigue popolazioni residuali e minacciate solo in alcuni piccoli tratti del litorale ferrarese e romagnolo dove le spiagge sono protette. Appare da maggio ad agosto.

**Risultati**

Osservazioni condotte in ambiente naturale

Le osservazioni in campo di *Cicindela campestris* e *Ci. majalis* sono state eseguite dalla metà del mese di aprile alla metà del mese di maggio 2015 nel fiume Marecchia in località Palazzo comune di Poggio Torriana, provincia di Rimini, Emilia-Romagna e Pietracuta (comune di San Leo, provincia di Rimini); in linea d'aria le due stazioni distano circa 2 Km. Le due specie condividono lo stesso habitat di caccia e di riproduzione (rapporto presenza 1 a 5-6, nelle zone più inerbate la percentuale è invertita). I maschi hanno dimensioni minori delle femmine, il corpo cilindrico senza allargamento posteriore delle elitre ed i primi tre tarsi delle zampe anteriori dilatati e sul lato interno provvisti di una forte pubescenza, nelle femmine sulla parte alta di ogni elitra, vicino al bordo interno, è presente anche un punto nero.
Alla fine del mese di aprile sono state osservate due coppie di *Ci. majalis* già in copula e quattro tentativi di accoppiamento rifiutati dalle femmine: in un caso il maschio, dalla distanza di circa 30 cm, in volo, è atterrato direttamente sulla schiena della femmina mentre in altri tre casi i maschi camminando sul terreno cercavano di avvicinarsi alla femmina ma non sono riusciti neppure a salire; al rifiuto sono volati via.
Durante gli accoppiamenti osservati la femmina è intenta in attività di pulizia del corpo, oppure continua a camminare trasportando il maschio sulla schiena che si mantiene saldamente attaccato con le mandibole al mesepisterno, a volte, la femmina è stata osservata mangiare insetti sul terreno (formiche e ditteri vaganti).
Le osservazioni in natura di *Cylindera trisignata* e *Calomera littoralis nemoralis* sono avvenute nella prima settimana di giugno 2015, nei dintorni della foce del fiume Bevano (provincia di Ravenna). Le due specie convivono nello stesso habitat (rapporto presenza 1 a 2). Sono state osservate due coppie di *Ca. littoralis nemoralis* in copula già iniziata ed interrotta, molto probabilmente, per il sopraggiungere dell'osservatore.
Ulteriori osservazioni sono avvenute nella seconda settimana di luglio 2015 presso la Riserva Statale Foce Fiume Reno e Vene di Bellocchio (comune di Comacchio, provincia di Ferrara), qui il rapporto numerico tra le medesime specie è completamente diverso: 20 a 1, a favore di *Cy. trisignata*; per questa specie sono state osservate decine di coppie in copula.

Anche in queste due specie i maschi hanno dimensioni minori delle femmine, il corpo più cilindrico ed i primi tre tarsi delle zampe anteriori dilatati e provvisti di una forte pubescenza sul lato interno. Le osservazioni in natura per *Cicindela hybrida transversalis* e *Cylindera arenaria* sono state condotte nelle prime due settimane del mese di luglio 2016 nel fiume Ceno tra le località di Viazzano e Serravalle nel comune di Varano dei Melegari, provincia di Parma. Le due specie convivono nello stesso habitat; *Cy. arenaria*, anche se molto meno visibile per le sue minori dimensioni appare percentualmente preponderante. Sono state rinvenute più coppie di *Ci. hybrida transversalis* in copula ed una sola di *Cy. arenaria.* Nella medesima località sono state raccolte anche alcuni esemplari di *Cicindela majalis* frammiste a *Ci. hybrida transversalis* (rapporto presenza 1 a 10).
Il giorno 21 agosto 2016 nel Parco Regionale del Corno alle Scale, in località Pianaccio, Monte Labiale, Passo Donna Morta, a 1.358 metri s.l.m. nel comune di Lizzano in Belvedere (provincia di Bologna), sono stati raccolti 8 esemplari (4 maschi e 4 femmine) di *Cicindela sylvicola* in radure di faggeta su marne in zona di crinale, con T all'ombra oscillante tra 26 e 29 °C.
Il giorno 20 luglio, in arenili nel fiume Po, in località Bosco di Porporana (comune e provincia di Ferrara) sono stati catturati 21 esemplari: 6 maschi e 15 femmine di *Cylindera germanica.*

Osservazioni condotte in laboratorio

Abbiamo osservato che gli esemplari adulti di entrambi i sessi di *Cicindela hybrida transversalis, Ci. silvicola*, *Cylindera arenaria* e *Cy. germanica c*ome già riferito per *Calomera littoralis nemoralis*, *Ci. campestris*, *Ci. majalis* e *Cylindera trisignata* (Matteini Palmerini & Fabbri, 2016): emettono un gradevole aroma quando vengono catturati o trasferiti da un terrario all'altro; tale aroma è decisamente rosaceo in *Ci. hybrida transversalis*, *Ci. silvicola* e *Cy. arenaria*, mentre quello di *Cy. germanica* ricorda l'odore emesso dal Coleottero, Cerambycidae, *Aromia moschata* (Linnaeus, 1758). Inoltre, mostrano una forte fototassia positiva; gli esemplari preferiscono il lato del terrario più illuminato, ogni qual volta il contenitore viene ruotato di 90° o di 180°, in pochi secondi si spostano verso il lato esposto alla luce. Un divisorio posto tra il terrario e la fonte luminosa (finestra) annulla immediatamente la reazione alla luce. L'attività e la velocità degli esemplari aumenta notevolmente quando i terrari vengono esposti direttamente alla luce solare. Gli esemplari, di entrambi i sessi, quando vengono spostati da un contenitore all'altro restano immobili o corrono velocemente nel terrario e sembrano cercare una via di fuga; il tempo di stress varia da individuo ad individuo: da una decina di secondi a qualche minuto. Infine, le attività di grooming (g.b.) non differiscono da quelle osservate e già riferite (Matteini Palmerini & Fabbri, 2016); al repertorio lì riportato specifichiamo ora il g.b. 28 con le due varianti "a" et "b": g.b. 28a per gli esemplari di sesso femminile e g.b.

28b per gli esemplari di sesso maschili. Le attività sono denominate:
- (g.b. 28a) - «Gonapophysis Extend / Estensione (fuoriuscita) gonapofisi» - dopo la copula e la deposizione di uova le femmine evaginano ripetutamente le gonapofisi, l’attività avviene anche durante gli spostamenti;
- (g.b. 28b) - «Aedeagus Extend / Estensione (fuoriuscita) edeago» - i maschi, di tutte e otto le specie osservate, dopo la copula, evaginano più volte una parte dell'edeago (¼, ½), senza fletterlo in avanti, l'azione viene eseguita anche durante gli spostamenti all’interno dei terrari.

Tutte e due le attività di grooming rientrano tra quelle che Valentine (1973) ha inserito nella III[a] categoria detta di «positioning». La Tabella 2 riassume tutte le attività di grooming (g.b.) osservate in Cicindelidae e le riporta in forma di matrice dove l’assenza e la presenza vengono rappresentate rispettivamente da «0» e «1»; il simbolo «§» indica invece nessuna citazione o parziale ed incomprensibile; le altre sigle sono specificate in Matteini Palmerini & Fabbri (2016).

I Cicindelidae osservati, nella normale posizione di riposo, hanno i femori delle zampe più o meno perpendicolari al corpo, mentre le tibie e i tarsi delle zampe anteriori e posteriori sono piegate ed orientate, rispettivamente, in avanti e indietro; le tibie delle zampe mediane rimangono invece larghe e quasi perpendicolari al corpo. Le tibie ed i tarsi delle zampe posteriori sono più lunghi di quelli delle altre zampe e la parte posteriore del corpo, generalmente, rimane più in basso rispetto al capo. Questa posizione della femmina, sembra fondamentale per facilitare l'accoppiamento.

In laboratorio è stato possibile osservare con attenzione la fase di costituzione della coppia. Le femmine reagiscono all'avvicinamento dei maschi con almeno quattro diverse modalità: una di accettazione (**Cf.1**) e tre di rifiuto (**Cf.2**, **Cf.3**, **Cf.4**). Tali modalità sono elencate per progressione di intensità nella Tabella 3, unitamente alle conseguenti risposte dei maschi (**Cm.1**, **Cm.2**, **Cm.3**, **Cm.4**):

Tabella 2 - Repertorio delle attività di grooming (g.b.) in Cicindelidae.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ulteriori g.b. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Repertorio g.b. in Coleoptera** (Valentine, 1973) | 1abcde | 2abc | 3abcde | 4abc | 5 | 6abcdefgh | 7abc | 8ab | 9ab | 10ab | 11 | 12 | 13ab | 14ab | 15ab | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24ab | 25ab | 26ab | 27ab | 28ab |
| **Repertorio g.b. in Cicindelidae** (Valentine, 1973) | 000000 | 0000 | §§§§§§ | §§§§ | 0 | §§§§§§§§§ | §§§§ | 101 | §§§ | §§§ | 0 | 0 | 000 | §§§ | §§§§ | § | 0 | § | § | § | 0 | | | | | | | |
| **Repertorio g.b. in Cicindelidae** (Wills, 1967) | 000000 | 1§§§ | 000000 | 0000 | 0 | 1010000000 | 1110 | 1§§ | 1§§ | 000 | 0 | 0 | 000 | 1§§ | 1§§§ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| **Repertorio g.b. in Cicindelidae** (Matteini Palmerini & Fabbri, 2016) | | | | | ab | il | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 000000 | 0000 | 000000 | 0000 | 111 | 11110000011 | 1100 | 111 | 000 | 000 | 0 | 0 | 110 | 111 | 1111 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 111 | 111 | 111 | 111 | 110 |
| **Riepilogo repertorio g.b. in Cicindelidae** | 000000 | 0000 | 000000 | 0000 | 111 | 11110000011 | 1100 | 111 | 000 | 000 | 0 | 0 | 110 | 111 | 1111 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 |

Tabella 3 - Comportamenti delle femmine avvicinate dai maschi.

| COMPORTAMENTI | |
|---|---|
| **femminili** (**Cf.**) | **maschili** (**Cm.**) |
| La femmina rimane bassa sul substrato, spesso ruota mostrando al maschio tutto il corpo, sicuramente per facilitarne la risalita (**Cf.1**). | Sale sulla femmina, le mandibole si serrano intorno al mesopisterno, fuoriesce il lungo edeago, cerca di introdurlo caracollando scompostamente a destra e sinistra e non appena vi riesce inizia la copula (**Cm.1**). |
| Si sposta di alcuni centimetri, alzando la parte posteriore del corpo (**Cf.2**). | Interrompe l'azione di avvicinamento e si ritrae un po' (**Cm.2**). |
| Si erige sulle zampe con la parte posteriore più alta del capo e le elitre si dischiudono leggermente (**Cf.3**). | Si allontana velocemente (**Cm.3**). |
| Si erige sulle zampe, le elitre leggermente aperte ed alzate, il capo teso in avanti e le mandibole allargate; simula un attacco; nei contenitori insegue il maschio per qualche secondo (**Cf.4**). | Fugge, anche con l'aiuto delle ali per sottrarsi alla ♀ nella maniera più rapida (**Cm.4)**. |

Il maschio si avvicina alla femmina camminando a piccoli scatti e dopo il segnale di accettazione da parte di questa (**Cf.1**) spesso con un balzo e senza alcun modulo di corteggiamento, visibile all'osservatore, le sale sul dorso (**Cm.1**), si tiene ben saldo con le mandibole serrate intorno al mesopisterno, il labrum preme tra lo scutellum ed il lobo posteriore del mesosoma; le zampe anteriori a volte sembrano abbracciare la femmina e a volte vengono stese esternamente, oppure toccano il terreno; le zampe mediane e posteriori inizialmente sono erette per sollevare il più possibile la parte posteriore del corpo per estroflettere il lungo organo sessuale che ruota immediatamente in avanti e cerca di introdurlo nell'apparato sessuale femminile caracollando da una parte e dall'altra (destra, sinistra), la femmina dischiude anche leggermente le elitre; i movimenti sono frenetici, travolgenti e di primo acchito sembra che il maschio stia lottando con la femmina, in realtà, il maschio ricerca unicamente l'introduzione del lungo edeago e la femmina rimane immobile. I movimenti scomposti del maschio cessano con l'avvenuta introduzione dell’edeago, allora la parte posteriore del corpo si abbassa a contatto con quello della femmina e spesso l’ultimo segmento addominale si trova più in basso di quello della femmina. Inizia ora la copula che differisce per ogni specie osservata

ed anche per ogni individuo: nella durata, nel numero (Tabelle 4 e 5), nelle modalità di spinte alternate a momenti di riposo (Tabella 6) e nelle azioni di post-copula (Tabelle 7 e 8). Le zampe mediane spesso accompagnano quelle anteriori quando vengono estese, quasi perpendicolari al corpo. Anche in cattività durante l'accoppiamento alcune femmine rimangono immobili mentre altre, sono intente nelle attività di pulizia del corpo (dell'apparato boccale, antenne, capo e zampe anteriori) oppure si spostano trasportando sul dorso il maschio che si mantiene saldamente aggrappato con le mandibole al mesopisterno, mentre nella maggior parte dei casi le zampe sono distese verso l'esterno, più o meno perpendicolari al corpo. A volte, durante l'accoppiamento, alcune femmine mangiano. Durante la copula i palpi mascellari dei maschi sono esterni alle mandibole, perpendicolari, sembrano partecipare alla copula poiché spesso si muovono ritmicamente sul bordo esterno delle elitre nell'area post-omerale della femmina (Figg. 1, 2, 3); i palpi labiali invece sono quasi sempre distesi verso la parte posteriore del corpo, ogni tanto compaiono a fianco, paralleli, a quelli mascellari. La copula consta di spinte di tutto il corpo, da spinte e movimenti telescopici degli ultimi segmenti metasomali da parte del maschio, alternati a momenti di riposo durante i quali spesso l'edeago viene anche in parte ritirato. Le spinte sono di due tipi: leggere e profonde. Durante le spinte leggere una gran parte dell'edeago è visibile all'osservatore (in visione laterale) mentre in quelle profonde l'edeago è maggiormente o completamente inserito nell'apparato sessuale femminile. Durante le spinte profonde spesso il labrum scivola e punta nel solco posteriore del mesosoma mentre tutto il corpo va in avanti e in parte verso l'alto, quest'ultimo movimento è ben osservabile nell'edeago che si ritrae velocemente e risale verso l'alto prima di esser spinto in avanti e più profondamente. Le spinte profonde hanno direzione lineare da dietro in avanti e un po' verso l'alto; in *Ci. hybrida transversalis* e *Ci. majalis* la spinta profonda è diretta anche lateralmente a destra e dall'alto verso il basso, maggiore nella seconda specie tanto che, al termine della spinta, l'asse mediano del maschio di *Ci. majalis* si viene a trovare completamente esterno a quello della femmina (Figg. 4a e 4b). Durante le fasi di riposo o al termine delle spinte l'ultimo segmento addominale del maschio vibra e sembra intento a pompare all'interno della femmina (molto probabilmente trasferisce lo sperma), senza aumentare la penetrazione fisica. Nel corso delle spinte, spesso, i tarsi delle zampe anteriori e mediane dei maschi si arrotolano lentamente vibrando. Il segnale di accettazione della femmina può essere immediato, nei primissimi minuti, oppure viene esternato al secondo o anche al terzo tentativo di avvicinamento del maschio; per contro la femmina ha manifestato il rifiuto quasi sempre di livello (**Cf.2**), raramente di (**Cf.3**).

In 22 coppie il maschio, nonostante i segnali di rifiuto da parte della femmina, dopo esserle salito all'improvviso sul dorso e ha cercato di realizzare la copula con la forza; la femmina reagisce tentando con tutte le sue energie di sloggiarlo e

Fig. 1 - *Calomera littoralis nemoralis,* copula dall'alto; palpi mascellari del maschio visibili.

di liberarsi. Quando la femmina non riesce nell’intento ripiega la parte terminale dell'addome in avanti cercando di renderlo irraggiungibile al maschio che invece con l'edeago cerca di stimolarlo, sollevarlo e di ruotarlo verso di sé (Fig. 5). I palpi mascellari e a volte anche le zampe del maschio sembrano partecipare alla stimolazione della femmina. La femmina invece lotta furiosamente con tutte le zampe nel tentativo di liberarsi dalla presa del maschio, più di una volta riesce a far finire il maschio sotto di sé, con la schiena sul terreno e la femmina sopra, tutti con le zampe verso l’alto (Fig. 6). Alcune volte (n= 9) il maschio riesce nel suo intento di forzare la femmina alla copula ma la lotta per sloggiarlo prosegue anche dopo la penetrazione (Fig. 7); nella maggior parte dei casi il maschio è costretto a desistere e a fuggire (pur rimanendo nel terrario). Circa la metà delle copule osservate terminano con la femmina che cerca di allontanare dal proprio dorso il maschio, soprattutto con le zampe mediane, spesso inclinando anche lateralmente il corpo.

Fig. 2 - *Cicindela majalis*, copula dall’alto; palpi mascellari ben visibili.

Tabella 4 - Pre-copula e copula: quantità e tempi.

| SPECIE | COSTITUZIONE COPPIA | | | | COPULA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | sì | | | no | numero osservate | tempi in minuti | |
| | n° | tempi | | n° | | range | media |
| | | range | media | | | | |
| *Calomera littoralis nemoralis* | 23 | 0.19 ÷ 24.39 | 5.43 | 7 | 23 | 1.35 ÷ 5.36 | 3.08 |
| *Cicindela campestris* | 24 | 0.28 ÷ 22.43 | 6.02 | 6 | 24 | 8.56 ÷ 45.40 | 18.39 |
| *Cicindela hybrida transversalis* | 24 | 0.08 ÷ 40.12 | 9.54 | 6 | 24 | 2,07 ÷ 42.48 | 19.02 |
| *Cicindela majalis* | 27 | 0.26 ÷ 3.31 | 1.23 | 3 | 27 | 2.04 ÷ 36.08 | 16.36 |
| *Cicindela sylvicola* | 16 | 0.14 ÷ 24.08 | 5.47 | 14 | 16 | 2.49 ÷ 30.47 | 12.22 |
| *Cylindera arenaria* | 30 | 2.02 ÷ 43 | 13.21 | - | 30 + 19 | 1.45 ÷ 24.36 | 9.27 |
| *Cylindera germanica* | 29 | 0.29 ÷ 38.02 | 16.12 | 1 | 29 + 14 | 1.42 ÷ 43.57 | 10.21 |
| *Cylindera trisignata* | 30 | 0.14 ÷ 16.27 | 7.15 | - | 30 + 18 | 2.44 ÷ 15.47 | 7.36 |
| | **203** | | | **37** | **(203 + 51) 254** | | |

Tabella 5 - Pre-copula e copula: osservazioni.

| | |
|---|---|
| *Ca. littoralis nemoralis* | - 7 coppie non si sono costituite nonostante i ripetuti tentativi da parte dei maschi; uno questi è rimasto aggrappato sulla femmina per circa un'ora ed ha continuamente provato con l'edeago a stimolarla ma la femmina ha cercato di allontanarlo con le zampe mentre ogni qualvolta l'edeago la toccava spingeva il proprio addome in avanti; altri 3 maschi sono stati disarcionati in breve tempo: uno non ha più provato a copulare mentre gli altri due hanno riprovato più volte senza successo.<br>- È stato osservato un solo secondo tentativo di copula, rifiutato dalla femmina. |
| *Ci. campestris* | - 6 coppie non si sono costituite, abbiamo visto continui ed insistenti tentativi da parte dei maschi; uno di questi permane sulla femmina per oltre sette minuti ed un altro maschio ha lottato duramente ma è andato sotto e continuando nel suo tentativo per diversi ulteriori minuti. |
| *Ci. hybrida transversalis* | - 6 coppie non si sono costituite nonostante ripetuti tentativi da parte dei maschi, 2 di questi hanno lottato per parecchi minuti anche quando sono stati ribaltati a pancia all'aria dalle rispettive femmine.<br>- I maschi delle rimanenti coppie: 2 hanno effettuato solo qualche sporadico tentativo mentre 1 non ha messo in atto alcun approccio neppure quando si è trovato, casualmente e più volte, anche sopra alla femmina, molto probabilmente nel tentativo di uscire dal terrario. |
| *Ci. majalis* | - 3 coppie non si sono costituite nonostante i forti e ripetuti tentativi da parte dei maschi anche sopra il dorso delle femmine<br>- È stata osservata, nel tempo di un'ora, sempre un'unica copula; due ulteriori tentativi di due diversi maschi sono stati rifiutati dalle rispettive femmine. |
| *Ci. sylvicola* | - 14 coppie non si sono costituite. I maschi di questa specie sembrano, rispetto a tutte le altre specie, dimostrare una minore propensione all'accoppiamento: 1 maschio ha lottato duramente ma è andato sotto ed ha continuato nel suo tentativo per diversi ulteriori minuti, 5 maschi hanno effettuato sporadici tentativi, quasi indecisi o timorosi, sempre rifiutati dalle femmine mentre gli ulteriori 8 non hanno compiuto, nel tempo di un'ora, alcun tentativo pur incrociando, toccando e perfino sormontando le femmine numerosissime volte nei terrari. |
| *Cy. arenaria* | - Le 30 coppie hanno tutte copulato ed inoltre sono state osservate ulteriori 14 doppie copule, 5 triple copule e 4 ulteriori tentativi però rifiutati dalle femmine. |
| *Cy. germanica* | - 29 coppie hanno copulato ed inoltre sono state osservate ulteriori 10 doppie copule, 6 triple, 2 ulteriori tentativi senza successo per l'opposizione delle femmine.<br>- Un maschio è rimasto aggrappato sulla femmina a lungo cercando continuamente di inserire l'edeago senza successo. |
| *Cy. trisignata* | - Le 30 coppie hanno tutte copulato ed inoltre sono state osservate ulteriori 18 doppie copule e numerosissimi ulteriori tentativi rifiutati dalle femmine. |

Fig. 3 - *Cylindera arenaria*, copula dall'alto; palpi mascellari ben visibili.

Fig. 4a - *Cicindela hybrida transversalis*, copula, spinta profonda.

Fig. 4b - *Cicindela majalis*, copula, spinta profonda.

Fig. 5 - *Cicindela sylvicola*, tentativo di copula, ♀ ripiega addome in avanti.

Tabella 6 - La copula: modalità.

| SPECIE | INSERIMENTO EDEAGO PROFONDITÀ | | SPINTE PROFONDE | |
|---|---|---|---|---|
| | **A riposo** | **Spinta profonda** | **N°** | **Modalità** |
| *Ca. littoralis nemoralis* | ¾ | 1 | 18 ÷ 31 | Il corpo del maschio non tende ad alzarsi ed andare in avanti ma la spinta profonda parte dai segmenti addominali che si piegano verso l'apparato sessuale della femmina; la spinta è molto lenta e permane lungamente alla totale penetrazione e qui sembra pompare; poi l'edeago fuoriesce (¾) per iniziare un'altra spinta profonda sempre lentamente. La spinta profonda può durare qualche secondo fino a circa mezzo minuto. |
| *Ci. campestris* | ~ ½ | 1 | 12 ÷ 94 | La spinta di tutto il corpo è in avanti, l'edeago viene alzato più in alto, la penetrazione è graduale fino al completo inserimento che viene mantenuto dai 10 ai 15 s. |
| *Ci. hybrida transversalis* | ~ ¼ | ¾ ÷ 1 | 16 ÷ 19 | La spinta profonda è in avanti, dall'alto verso il basso e laterale destra: l'addome del maschio viene spostato sulla metà destra della femmina.<br>Ad ogni spinta profonda la femmina dischiude le elitre. Dopo la spinta profonda l'edeago ritorna in posizione ~¼ o ½ e non sempre penetra totalmente, la maggior parte delle spinte si fermano a ¾ della lunghezza dell'edeago. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Ci. majalis* | ~ ¼ | ¾ ÷ 1 | 8 ÷ 12 | La spinta profonda è laterale destra e in avanti dall'alto verso il basso: l'addome del maschio si viene a trovare completamente esterno rispetto a quello della femmina. In posizione iniziale (di riposo) l’edeago è inserito per meno di ¼ con qualche piccolissima ed isolata spinta, l’ultimo tergite in vibrazione sembra pompare senza aumentare la penetrazione, la spinta profonda invece, quasi sempre, arriva a ¾, raramente totalmente 1 e dura dai 4 ai 10 s. |
| *Ci. sylvicola* | ~ ½ | ½ ÷ ¾ | 6 ÷ 147 | Prima della spinta profonda il maschio risale più in alto per alcuni secondi (il contatto con la femmina sembra solo quello delle mandibole serrate al mesopisterno), ritorna poi in posizione di partenza e spinge in avanti aumentando la penetrazione; poi torna in posizione iniziale e ripete la sequenza (Figg. 8a e 8b). |
| *Cy. arenaria* | ~ ¼ | ½ | 13 ÷ 189 | La spinta parte dall’ultimo segmento addominale si eleva mentre va indietro, ridiscende e poi spinge dal basso verso l’alto, anche ripetutamente, in serie veloci ma ritmiche, alcune più superficiali. |
| *Cy. germanica* | ~ ¼ | 1 | 5 ÷ 312 | Durante la copula il maschio è a contatto con la femmina soltanto con le mandibole serrate al mesopisterno. L’ultimo tergite del maschio è sempre in vibrazione e sembra pompare ma non aumenta la penetrazione; la spinta profonda è veloce, forte che non penetra completamente e ritorna in posizione di partenza subito. A volte sono anche due o tre consecutive. |
| *Cy. trisignata* | ¾ | ~ 1 | 21÷194 | Come in *Cy, arenaria* la spinta parte dall’ultimo segmento addominale che mentre va indietro si alza e poi quando ridiscende spinge dal basso verso l’alto o in linea, in serie veloci ma ritmiche che si interrompono quando la femmina si muove, poi riprende. La parte basale dell’edeago è sempre visibile all’osservatore. |
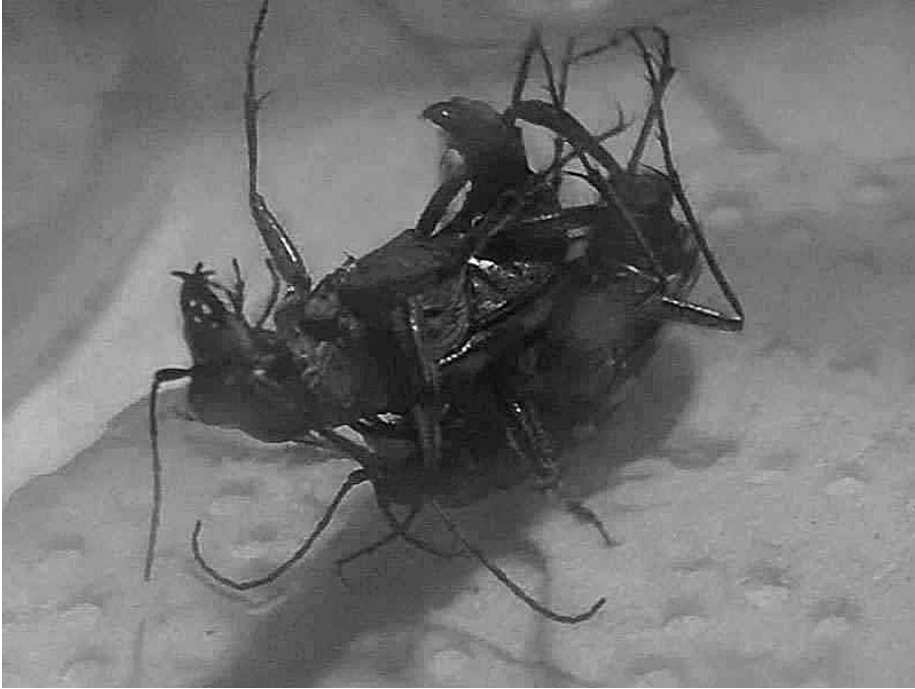
Fig. 6 - *Cicindela hybrida transversalis*, lotta tra maschio e femmina.

Fig. 7 - *Cicindela sylvicola*, lotta tra maschio e femmina nonostante penetrazione.

Fig. 8a - *Cicindela sylvicola*, copula con posizione edeago in basso.

Fig. 8b - *Cicindela sylvicola*, copula con posizione edeago in alto.

Fig. 9 - *Cylindera germanica*, ovideposizione dopo la copula con il maschio in contact-guarding.

Tabella 7- Post-copula: quantità e durata.

| | CONTACT GUARDING > 5s | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Osservate | | Tempi in minuti primi | |
| | N° | % | range | media |
| *Calomera littoralis nemoralis* | 14 | 60,86 | 0.09 ÷ 0.58 | 0.49 |
| *Cicindela campestris* | 15 | 62,5 | 0.47 ÷ 5.37 | 3.31 |
| *Cicindela hybrida transversalis* | 14 | 73,68 | 0.31 ÷ 13.09 | 4.36 |
| *Cicindela majalis* | 4 | 14,81 | 0.39 ÷ 0.44 | 0.41 |
| *Cicindela sylvicola* | 11 | 68,75 | 0.24 ÷ 10.04 | 2.2 |
| *Cylindera arenaria* | 19 | 70,37 | 0.06 ÷ 21.09 | 6.21 |
| *Cylindera germanica* | 23 | 76,66 | 0.06 ÷ 35.20 | 7.32 |
| *Cylindera trisignata* | 27 | 90 | 0.08 ÷ 21.24 | 2.36 |

## Tabella 8 - Post-copula: osservazioni

| | |
|---|---|
| *Ca. littoralis nemoralis* | - 14 maschi (su 23 copule) sono rimasti sul dorso delle femmine in contact-guarding per brevissimo tempo, meno di un minuto (0,09 ÷ 0,58); gli ulteriori 9 maschi si sono separati dalle femmine in contemporanea alla estrazione dell'edeago. |
| *Ci. campestris* | - 15 maschi (su 24 copule) sono rimasti avvinghiati per parecchi minuti sul dorso della femmina (range 0,47 ÷ 5,37), gli ulteriori 9 maschi si sono separati dalle femmine in contemporanea all'estrazione dell'edeago.<br>- 4 femmine dopo la copula hanno deposto un uovo; una di queste con ancora il maschio in contact-guarding, un'altra ne ha depositate due, una alla volta, e le ha divorate, man mano. |
| *Ci. hybrida transversalis* | - 14 maschi (su 24 copule) sono rimasti sul dorso delle femmine in contact-guarding. |
| *Ci. majalis* | - 4 maschi (su 27 copule) sono rimasti sul dorso delle femmine in contact guarding (range 0,39 ÷ 0,44), gli ulteriori 23 maschi sembrano invece voler controllare la situazione rimanendo nelle strette vicinanze della femmina per un po' di tempo: da qualche secondo ad un minuto (mate-guarding).<br>- 4 femmine hanno deposto un uovo nel giro di pochi secondi dalla conclusione della copula, 2 femmine anche con il maschio in posizione di contact-guarding. |
| *Ci. sylvicola* | - 11 maschi (su 16 copule) sono rimasti sul dorso delle femmine in contact-guarding (range 0,24 ÷ 10,04); gli ulteriori ♂♂ 5 si sono separati dalle femmine contemporaneamente alla estrazione dell'edeago. |
| *Cy. arenaria* | - 19 maschi (su 30 copule) sono rimasti sul dorso delle femmine in contact-guarding da pochi secondi a parecchi minuti (range 0,06 ÷ 21,09) per poi iniziare la seconda e la terza copula.<br>- 1 femmina ha deposto un uovo nel giro di pochi secondi dalla conclusione della copula e lo ha divorato. |
| *Cy. germanica* | - I 23 maschi (su 29 copule) sono rimasti in contact-guarding con le zampe posteriori ritte così che la parte posteriore del corpo rimane alta, sospesa mentre le mandibole non lasciano la presa del mesopisterno delle femmine. In questa posizione è stata più volte osservata l'attività di grooming 28a e 28b in contemporanea.<br>- 8 dei 10 maschi che hanno copulato più volte non hanno mai interrotto il contact-guarding.<br>- 5 femmine hanno deposto un uovo subito dopo la copula, con il maschio ancora in contact-guarding (Fig. 9); 1 femmina lo ha divorato appena fuoriuscito. |
| *Cy. trisignata* | - 27 maschi (su 30 copule) sono rimasti in contact-guarding; 18 maschi hanno copulato due volte e di questi solo 5 hanno interrotto il contact-guarding prima della seconda copula. |

Le misure dei tempi sono espresse in minuti primi e minuti secondi.
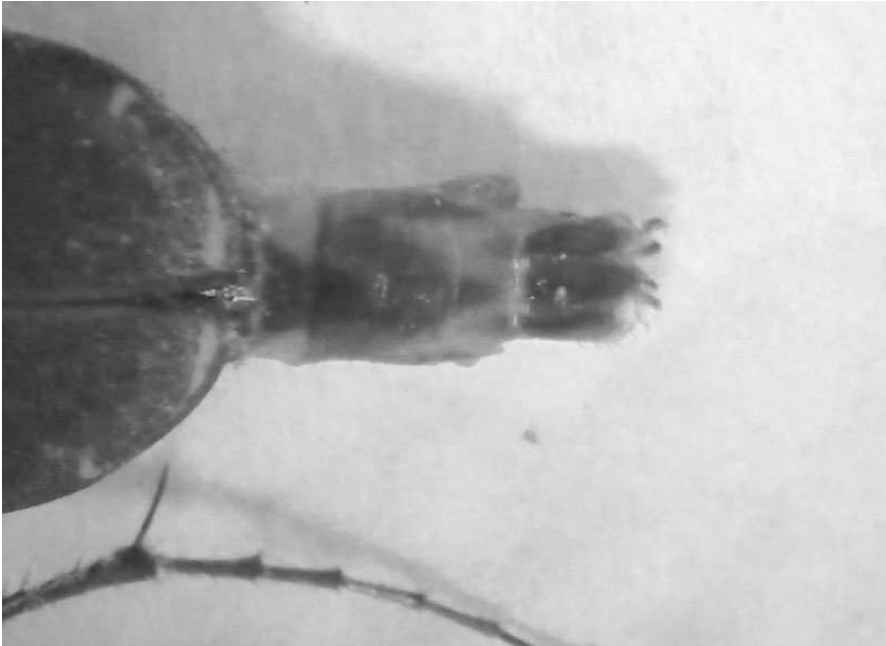
Fig. 10 - *Cicindela campestris*, ovideposizione.

Fig. 11 - *Cicindela majalis*, ovideposizione.
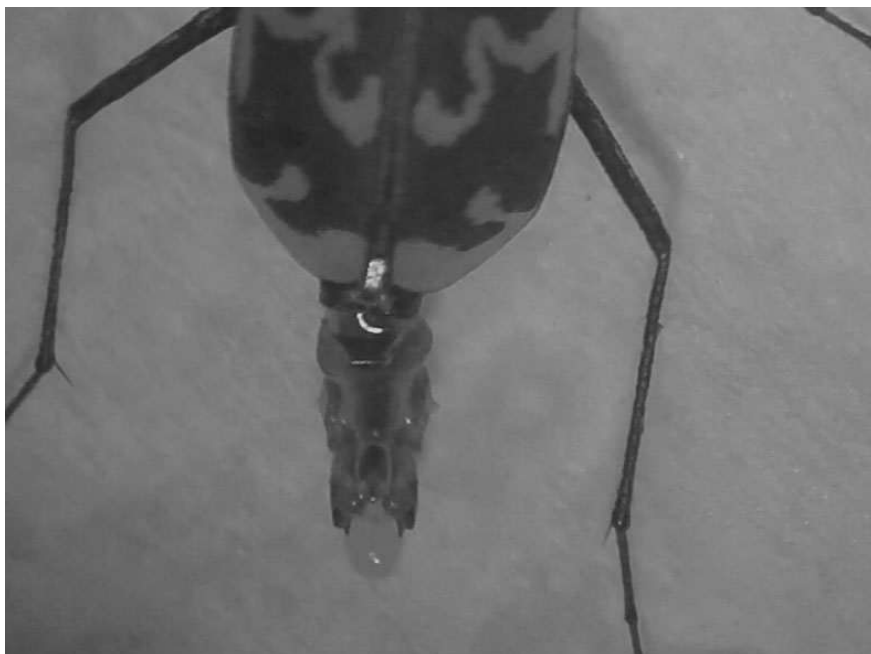
Fig. 12 - *Cylindera arenaria*, ovideposizione.

Fig. 13 - *Cylindera germanica*, ovideposizione.

**Conclusioni**

Le azioni per favorire l'incontro e l'interazione tra maschi e femmine, descritte in "Materiali e metodi", hanno permesso l'osservazione di 203 coppie in copula, su 240: più dell'84%. In nessuna delle 203 coppie costituite sono stati osservati nella fase di pre-copula comportamenti di corteggiamento, da parte dei maschi, precedenti l'inserimento dell'edeago nell'apparato sessuale femminile. Non è stato riscontrato alcun movimento, alcun rituale riconducibile al corteggiamento o azioni ripetitive di pre-copula da parte dei maschi nei confronti delle femmine, come sono state osservate invece in altri Coleotteri, ad esempio nel Tenebrionidae *Pimelia grossa* (ALICATA et al., 1979) o nei Meloidae del genere *Cerocoma* (TURCO et al., 2003).

In totale sono state osservate 256 copule poiché diverse coppie di *Cylindera arenaria*, Cy. *germanica* e *Cy. trisignata* hanno copulato due e perfino tre volte nel tempo di un'ora; invece per le specie prese in esame del genere *Calomera* e *Cicindela*, un secondo tentativo di copula sembra l'eccezione per alcuni occasionali maschi, come evidenziano le Tabelle 5 e 6.

Le coppie non si sono costituite in modo uniforme: si va dal 100% di *Cylindera arenaria* e *Cy. trisignata* al 53,33% di *Cicindela sylvicola.* Per quanto riguarda quest'ultima specie va sottolineato che si tratta di una specie montana (l'unica), gli esemplari infatti sono stati catturati a 1.358 metri sul l.m. e la minore tendenza all'accoppiamento dei maschi potrebbe dipendere dalla incapacità di riprodurre in cattività le condizioni più idonee per la loro piena attività (temperatura, luce, umidità) oppure potrebbe essere legata alla ricettività sessuale delle femmine che è il fattore più importante per il buon successo dell'accoppiamento (SAUTER & BROWN, 2001).
Le osservazioni infatti sembrano evidenziare come l'accoppiamento dipenda dalla disponibilità delle femmine, ed è proprio per questo comportamento che le femmine svolgono un ruolo attivo nella riproduzione (RINGO, 1996). Alcuni maschi però cercano, anche senza aver ricevuto l'appropriato segnale di accettazione, di accoppiarsi con coercizione e in questo caso le femmine, per sottrarsi, lottano furiosamente. Secondo RINGO (1996), la lotta è la risposta del maschio che non ha ricevuto il segnale di accettazione. Il tentativo delle femmine di allontanare i maschi dal proprio dorso attraverso la lotta è stato ipotizzato (PEARSON, 1988; TIGREROS & KATTAN, 2008) come un meccanismo di selezione sessuale, una modalità per testare la fitness sessuale del maschio, come avviene anche in altri gruppi di Insetti (ALCOCK, 1994) ma non sembra per le specie osservate. L'usuale balzo del maschio sul dorso della femmina seguito dalle mandibole serrate intorno al mesopisterno e il caracollamento frenetico più o meno lungo (**Cm.1**) possono indurre in errore l'osservatore e far percepire che quegli esemplari stiano lottando anche quando la femmina rimane immobile e bassa sul substrato (**Cf.1**). Il caracollare sembra

causato dalla lunghezza dell'organo sessuale maschile; l'edeago dei Cicindelidae è di forma tubulare, simmetrico, leggermente arcuato e piuttosto lungo. Inoltre la lotta di pre-copula tra maschio e femmina non sembra così frequente come si può pensare di primo acchito e ci si aspetterebbe: è stata osservata in sole 22 coppie su 240, meno del 10%, inoltre solo 9 tentativi si sono conclusi con la copula (ma la lotta da parte delle femmine è proseguita, nella maggior parte dei casi, anche dopo la penetrazione); i maschi delle ulteriori 13 coppie sono stati costretti dalle femmine a desistere.
Le modalità comportamentali ed i tempi delle diverse fasi etologiche osservate (dalla formazione delle coppie alla copula e alla attività di post-copula) sono notevolmente diversificate nelle 8 specie esaminate; attiriamo l'attenzione anche sulle forti differenziazioni all'interno delle diverse specie; in *Cicindela sylvicola*, ad esempio, si passa da una copula di 02' e 49'' con 6 spinte profonde ad una copula di 30' e 47'' con 147 spinte profonde; oppure in *Cylindera germanica* da una copula inferiore ai 2' ad una di quasi 44' con un range di spinte profonde 5 ÷ 312 e a fasi di contact-guarding da 6'' a oltre 35'.

La partecipazione alla copula dei palpi mascellari dei maschi (e a volte anche di quelli labiali) è stata riscontrata in tutte e otto le specie osservate.

Non è stato possibile identificare il meccanismo di scelta del partner maschile da parte della femmina: molti maschi (n = 119) hanno copulato con successo dopo uno o due momentanei rifiuti (quasi tutti di livello **Cf.2**, **Cf.3**) della femmina; inoltre sono stati osservati maschi completamente rifiutati, autorizzati alla copula da altre femmine e la femmina rifiutante ha autorizzato, un'ora dopo o il giorno dopo, un altro maschio alla copula; ma anche lo stesso maschio in altro momento. Probabilmente l'impossibilità di scorgere meccanismi di scelta, visibili all'osservatore, è legata anche al fatto che i terrarium utilizzati sono di ridotta dimensione, e la distanza tra gli esemplari di sesso opposto inseriti varia obbligatoriamente tra un minimo di circa 7 cm ed un massimo di circa 15 cm; questo si colloca all'interno dello stesso range di attrazione individuato da PALMER (1974). Forse a queste distanze i maschi, non potendo allontanarsi (fuoriuscire dai contenitori), non riescono a sottrarsi alla presenza delle femmine nonostante queste mostrino, inutilmente, alcune o tutte le modalità di rifiuto. È probabile che in natura quei maschi si sarebbero allontanati.

Non è stato osservato nessun comportamento di corteggiamento pre-copula da parte dei maschi mentre è stato ampiamente rilevato il comportamento di controllo post-copula: mate e contact-guarding. Anche in questa fase etologica vi sono forti differenze tra le specie esaminate, nel numero e nei tempi, come evidenziano le Tabelle 7 e 8. Ad eccezione di *Cicindela majalis*, i maschi di tutte le altre sette specie registrano dal 60% al 90% di contact-guarding (delle rispettive copule); l'85% dei maschi di *Ci. majalis* hanno invece controllato le femmine a pochi

centimetri di distanza, alcuni esemplari quasi a contatto. Questi dati così elevati sorprendono molto perché, nei terrarium, i maschi non sono in competizione con altri maschi come invece sembra avvenire in natura (Kraus & Lederhouse,1983; Shivanshankar & Pearson, 1994).

Anche le modalità di ovideposizione non sono identiche nelle specie osservate: *Ci. campestris, Cy. arenaria e Cy. germanica* allungano telescopicamente i segmenti addominali (Figg. 10, 12, 13), mentre *Ci. majalis* accompagna la fuoriuscita dell'uovo con le sole gonapofisi (Fig. 11). In laboratorio è stato notato su alcune specie (*Ci. campestris*, *Cy. arenaria* e *Cy. germanica*) il cannibalismo sulle proprie uova deposte (Tabella 8). Il fenomeno del cannibalismo delle uova deposte in cattività era stato già osservato e relazionato da R.F. nell'allevamento di due Carabidae: *Carterus fulvipes* (Latreille, 1817) e *Calosoma auropunctatum* (Herbst, 1784).

## Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare Giuseppe Fabrizio Turrisi per la rilettura critica del manoscritto e per i suggerimenti profusi per la stesura dei risultati della ricerca. Un affettuoso ringraziamento a Georgia Matteini Palmerini per la realizzazione della Tabella 2.

## Bibliografia

Alcock J., 1994 - Postinsemination associations between males and females in Insects: The Mate-Guarding Hypothesis. *Annu. Rev. Enlomol*., 39: 1-21

Alicata P., Caruso D., Costa G., Marcellino I., Motta S. & Petralia A., 1979 - Ricerche eco-etologiche sulla fauna delle dune costiere di Porto Palo (SR); 2: comportamento, distribuzione spaziale e ritmi di attività di *Pimelia grossa* Fabr. (Col., Tenebrionidae). *Animalia*, 6 (1/3): 33-48.

Evans M.E.G., 1964 - A comparative account of the feeding methods of the beetles *Nebria brevicollis* (F) (Carabidae) and *Phynthus decorus* (Grav.) (Staphylinidae). *Transactions of the Royal Society of Edimburgh*, 66: 91-109.

Evans M.E.G., 1980 - The feeding method of *Cicindela hybrida* L. (Coleoptera: Cicindelidae). *Canadian Journal of Zoology*, 58 (3): 326-336, 10.1139/z80-042.

Facker H.L., 1918 - The Tiger Beetles of Kansas. *Thesis presented to the Department of Entomology and to the Faculty of the Graduate School of the University of Kansas*.

Fielding K. & Kinisley C.B., 1995. Mating behavior in two tiger beetles, *Cicindela dorsalis* and *C. puritana* (Coleoptera Cicindelidae). *Entomologicsl News*, 106 (2): 61-67.

Freitag R., Olynyk J.E. & Barnes B.L., 1980 - Mating behavior and genitalic counteparts in tiger beetles (Carabidae: Cicindelinae). *International Journal of Invertebrate Reproduction*, 2: 131-135.

GOLDSMITH J.L., 1916 - Field notes on the distribution and life habits of the tiger beetles (Cicindelidae) of Indiana. *Proc. Indiana Acad. Sci.*, 26: 447-455.

KRAUS B. & LEDERHOUSE R.C., 1983 - Contact guarding during courtship in the tiger beetle *Cicindela marutha* Dow (Coleoptera: Cicindelidae). *The American Midland Naturalist*, 110: 208-211.

LENGERKEN H., 1929 - Die Salzkäfer der Nord-und Ostseeküste mit Berücksichtigung der Angrenzen Meere sowie des Mittelmeeres, des Schwarzen und des Kaspischen Meeres. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie,* 135: 1-162.

LESNE P., 1921 - Le *Cicindela silvicola* Latr. sur les plateaux du Jura. *Comptes Rendus du Congres des Societes Savanles de Paris*: 102-109.

MATTEINI PALMERINI M. & FABBRI R., 2016 - Osservazioni sulle attività di pulizia (grooming behaviours) di alcune specie di Cicindelidae in Emilia-Romagna (Italia). *Quad. Stud. Nat. Romagna*, 43: 61-77.

MITCHELL J.D., 1903 - Observations on the habits of two Cicindelidae. *Entomological Society*, 5: 108-111.

MOORE R. & Rochester M.D., 1906 - Notes on the Habits of *Cicindela*. *Entomological News*, 17: 338-343.

PALMER M., 1976 - Natural history and behavior of *Pseudoxychila tarsalis* Bates. *Cicindela*, 8: 61-92.

PEARSON D.L., 1988 - Biology of tiger beetles. *Annual Review of Entomology*, 33: 123-147.

PEARSON D.L. & VOGLER A.P., 2001 - Tiger beetles. The evolution, ecology and diversity of the Cicindelids. *Cornell University Press*, Ithaca, New York.

PRATT R.Y., 1939 - The mandibles of *Omus dejeani* Rche as secondary sexual organs. *Pan -Pacific Enlomology,* 15: 95-96.

RINGO J., 1996 - Sexual receptivity in insects. *Annu. Rev. Entomol*., 41: 473-494.

RODRIGUEZ R.L.S., 1998 - Mating Behavior of two *Pseudoxychila* beetles (Coleoptera: Cicindelidae). *The Canadian Entomologist*, 130 (6): 735-750.

SAUTER A. & BROWN M.J.F., 2001 - To copulate or not? The importance of female status and behavioural variation in predicting copulation in a bumblebee. *Animal behaviour*, 62: 221-226.

SCHINCARIOL L.A., 1988 - Mating behavior, spermatophore structure, ecology and systematics of the *Cicindela splendida* group (Coleoptera: Cicindelidae). Master Thesis, Lakehead University, Thunder Bay, ON, Canada, 1988, pp. 1-236.

SERRANO A.R.M., 1994 - Os Cicindelídeos (Coleoptera, Cicindelidae): Taxonomia, Morfologia, Ontogenia, Ecologia e Evolução. *Professor Germano da Fonseca Sacarrão, Museu Bocage*, Lisboa, 1994, pp. 233-285.

SHELFORD V.E., 1908 - Life-Histories and Larval Habits of the Tiger Beetles (Cicidelidae). *J. Linn. Soc. Schaffner*, London, 260, 30: 157-184, pis. 23-26.

SHIVANSHANKAR T. & PEARSON D.L., 1994 - A Comparison of Mate Guarding Among Five Syntopic Tiger Beetle Species from Peninsular India (Coleoptera: Cicindelidae).

*Biotropica*, 26 (4): 436-442.

Turco F., Di Giulio A. & Bologna M., 2003 - Sexual and Cleaning Behavior and Related Morphology in the Genus *Cerocoma* (Coleoptera: Meloidae). *Journal of Insect Behavior*, Volume 16 (2).

Tigreros N. & Kattan G.H., 2008 - Mating Behavior in two sympatric species of Andean tiger beetles (Cicindelidae). *Boletín del Museo de Entomologia de la Universidad del Valle*, 9 (1): 22-28.

Valentine B.D., 1973 - Grooming Behavior in Coleoptera. *The Coleopterists Bulletin*, 27 (2): 63-73.

Wills H.L., 1967 - Bionomics and zoogeography of tiger beetled of saline habitats in the central United States (Coleoptera: Cicindelidae). *University of Kansas Science Bulletin*, 47: 145-313.

Zikan J.J., 1929 - Zur Biologie der Cicindeliden Brasiliens. *Zool. Anz.*, 82: 269-414.

---

Indirizzo degli autori:

Maurizio & Margherita Matteini Palmerini
via Polverella, 60
47825 Torriana (RN)
*e-mail*: zanimatteini@gmail.com
*e-mail*: margherita.matteini@studio.unibo.it

Roberto Fabbri
Museo Civico delle Cappuccine, via Vittorio Veneto, 1
48012 Bagnacavallo (RA)
*e-mail*: eco.fabbri@gmail.com